



Centre de Recherche en Économie et Management
Center for Research in Economics and Management

University of Caen

University of Rennes 1



**Innovation, productivité et exportation :
y-a-t-il un effet d'auto-sélection consciente ?**
Une étude empirique sur les PMI de Basse-Normandie

**Mohammad MOVAHEDI,
Olivier GAUSSENS**

University of Caen Basse-Normandie, CREM-CNRS, UMR 6211

September 2011 - WP 2011-23

Working Paper

Innovation, productivité et exportation : y-a-t-il un effet d'auto-sélection consciente ?

Une étude empirique sur les PMI de Basse-Normandie

Mohammad MOVAHEDI

CREM UMR 6211, Université de Caen Basse-Normandie

mohammad.movahedi@unicaen.fr

et

Olivier GAUSSENS

CREM UMR 6211, Université de Caen Basse-Normandie

olivier.gaussens@unicaen.fr

Septembre 2011

Résumé : Ce papier propose une analyse de la relation entre innovation, productivité et exportation au niveau des PMI. La problématique principale de cette étude consiste à tester l'hypothèse de l'effet d'auto-sélection consciente. Une autre originalité est de tenir compte des dimensions technologique et non technologique de l'innovation au sens du Manuel d'Oslo (2005). Pour cela, nous utilisons une base de données individuelles de PMI qui proviennent de l'enquête conduite dans le cadre du projet IDEIS. Dans un premier temps, nous mettons en évidence l'existence de primes apparentes à l'exportation ainsi qu'à l'innovation, c'est-à-dire l'avantage des entreprises exportatrices (innovatrices) sur leurs homologues non exportatrices (non innovatrices) en terme de productivité. En outre, nous vérifions que la prime d'exportation est effective pour les innovations de procédé et d'organisation dans le cas des entreprises exportant suffisamment. Nous montrons finalement l'existence d'un effet d'auto-sélection consciente sur les marchés extérieurs en endogénéisant la productivité par l'innovation.

Mots clés: Innovation, Productivité, Exportation, Auto-sélection consciente

Abstract This paper presents an analysis of the relationship between innovation, productivity and exports regarding the SMEs. The main research aim of this study consists in analyzing the hypothesis of firms' conscious self-selection in the export markets. To measure innovation, we consider the dimensions of technological as well as non technological innovation, as defined by the Oslo Manual (2005). To achieve this, we use the database of SMEs obtained from the survey conducted in the project IDEIS. First, we highlight the existence of export as well as innovation apparent premium, i.e. the advantage of exporting (innovative) firms versus non-exporting (not innovative) ones in terms of productivity. In addition, we demonstrate the effectiveness of the export premium for firms carried out process and organization innovations with the enough exportation. Finally we show the firms' conscious self-selection in export markets in endogenizing productivity through innovation.

Keywords: Innovation, Productivity, Exportation, Conscious self-selection

JEL Classification: F1, O3, D2, L25, C14, C3

1. Introduction

Il est admis que des niveaux de productivité *ex ante* plus élevés au niveau des firmes expliquent leurs décisions d'exportation *ex post*. Ce phénomène appelé « effet d'auto-sélection » mis en évidence par une littérature empirique abondante¹, initiée par le travail de Bernard & Jensen (1999), se justifie par la présence de coûts fixes et irréversibles associés à l'exportation (études de marché spécifiques, recrutement de spécialistes de l'export ou recours à des conseils...). Des travaux théoriques comme celui de Melitz (2003) formulent des prédictions qui sont conformes à cette constatation empirique.

Toutefois, les travaux théoriques expliquant la dynamique des entreprises comme ceux de Jovanovic (1982), Hopenhayn (1992) et son extension au commerce international de Bernard, Eaton, Jensen, & Kortum (2003), Melitz (2003) restent silencieux sur la question de l'origine de ce différentiel de performance. Ils supposent, par simplification, que les écarts de productivité entre les firmes sont issus de chocs technologiques purement aléatoires.

Des travaux récents reconnaissent que le niveau de productivité *ex ante* dépend de certaines décisions antérieures des firmes, et introduisent une nouvelle dimension dans la relation productivité-exportation en explorant le lien de causalité innovation-productivité-exportation. Ce dernier, appelé « effet d'auto-sélection consciente », tient compte du rôle actif des investissements des firmes dans des activités destinées à améliorer la productivité, qui elle-même, à son tour, permet à la firme de surmonter plus facilement les coûts d'exportation et donc d'exporter (Yeaple, 2005 ; Bustos, 2007 ; Constantini & Melitz, 2008). Ainsi, le modèle de Yeaple (2005) introduit des firmes homogènes qui prennent ensuite des décisions différentes au regard des technologies utilisées et donc deviennent hétérogènes. Constantini et Melitz (2008) montrent que l'anticipation par les firmes de la libéralisation du commerce peut les inciter à innover. Finalement les entreprises innovantes deviennent plus productives et ont par conséquent une plus forte propension à exporter.

En réponse à ces développements théoriques, plusieurs études empiriques récentes ont tenté de tester l'hypothèse d'auto-sélection consciente². Néanmoins, ces travaux souffrent d'un certain nombre d'handicaps :

- ils traitent les activités d'innovation soit comme le déterminant essentiel de l'auto-sélection des firmes à l'exportation soit comme un complément à la productivité. Les firmes deviennent exportatrices non plus grâce à leur avantage productif mais grâce à leur statut d'innovatrice quelque soit leur niveau de productivité.

- les échantillons d'entreprises sur lesquels reposent ces travaux regroupent les PME et les grandes entreprises ; leurs résultats sont fortement biaisés compte tenu de l'importance de la taille comme déterminant de la probabilité qu'une firme soit exportatrice (Moen, 1999)³.

L'objectif principal de cette recherche est de vérifier l'hypothèse d'auto-sélection consciente en accordant une attention particulière au rôle des activités d'innovation comme la source principale de la performance productive *ex ante* des firmes. Nous examinons donc si les

¹ Pour une revue de la littérature, voir : Greenaway & Kneller (2007), Wagner (2007).

² Par exemple : Cassiman, Golovko & Martinez-Ros (2010), Girma, Görg, & Hanley (2008) et Damijan, Kostevc, & Polanec (2010).

³ Seulement 8% des PME européennes exportent (The Gallup Organisation, 2007) et 1% des PME américaines (USA TPCC, 2008).

firmes les plus productives deviennent exportatrices et si ces firmes ont mis en place des activités d'innovation afin d'accroître leur niveau de productivité préalablement à leur entrée sur le marché d'exportation. Pour cela, nous utilisons des données originales tirées de l'enquête du projet IDEIS⁴ (Gaussens, 2009). Son intérêt réside dans le fait qu'elle fournit des informations d'une part sur la stratégie d'exportation de l'entreprise et sur l'innovation dans l'entreprise d'autre part. La définition de l'innovation utilisée est celle du manuel d'Oslo (OCDE, 2005) : on peut distinguer les innovations technologiques (de produit et de procédé) des innovations non technologiques (commerciale et organisationnelle).

L'étude empirique se déroule en deux étapes :

1) la première permet à partir de tests paramétriques et non paramétriques de comparer différents groupes de firmes exportatrices/non exportatrices et innovatrices/non innovatrices par rapport à leur niveau de productivité. L'objectif est d'estimer la « prime apparente d'exportation » et la « prime apparente d'innovation » c'est-à-dire vérifier si les firmes exportatrices (innovatrices) ou souhaitant exporter disposent d'un avantage productif sur les firmes n'exportant pas (n'innovant pas) ou n'ayant pas l'intention d'exporter. La question fondamentale que l'on se pose est de savoir quelle part prend l'innovation dans les écarts de productivité entre les firmes exportatrices et non exportatrices ? En d'autres termes, existe-il une « prime effective d'exportation » ? Si tel n'est pas le cas, cela signifie que l'avantage productif des firmes exportatrices n'est qu'apparent ; il serait alors associé au caractère innovant des exportateurs. Le premier apport de cette recherche est de répondre à cette question.

2) la seconde étape est consacrée au test de l'« effet d'auto-sélection consciente » ; l'exportation s'expliquerait par une productivité plus élevée elle-même expliquée par l'innovation. Le second apport de ce travail est de réaliser ce test à partir d'un modèle d'équations simultanées dans lequel la probabilité d'exporter ou plus exactement la probabilité de « souhait d'exporter » est fonction de la productivité et d'autres variables expliquant la propension à exporter ; la productivité est, elle-même, expliquée par l'innovation et des variables de contrôle (taille, niveau technologique sectoriel).

L'enjeu pour la politique économique est important : faut-il aider les entreprises plutôt à exporter ou plutôt à innover ? Si l'« effet d'auto-sélection consciente » est vérifié, une politique d'aide efficace devrait se concentrer sur l'innovation pour renforcer la productivité des firmes afin de faciliter les exportations. On peut s'attendre alors à un effet retour des exportations sur l'innovation renforçant la productivité couplant un effet d'apprentissage à l'effet d'auto-sélection pour constituer un cycle vertueux : exportation-innovation-productivité-exportation. Nous nous intéressons ici à l'« effet d'auto-sélection consciente » c'est à dire à la séquence innovation-productivité-exportation.

Nous procédons, dans une deuxième section, à une revue de la littérature empirique sur le lien entre innovation, productivité et exportation. La troisième section présente les données et les variables. La quatrième section traite de l'estimation des primes d'innovation et d'exportation et la cinquième est consacrée au test de l'« effet d'auto-sélection consciente ».

⁴ Le projet IDEIS s'intéresse aux capacités d'innovation des PMI ; il est réalisé dans le cadre du contrat de projet Etat Région Basse-Normandie 2007-2013 et bénéficie du FEDER (<http://projetideis.unicaen.fr>). L'enquête IDEIS (2009-2010) regroupe un échantillon représentatif (aléatoire et stratifié) de 90 PMI bas-normandes.

2. Revue de la littérature

Les études empiriques qui cherchent à déterminer les liens de causalité entre l'innovation, la productivité et l'exportation sont très récentes. Elles font suite aux modèles théoriques présentant les activités d'innovation comme déterminant principal des différents niveaux de productivité des firmes, le niveau de productivité individuel conditionnant lui-même la décision d'exporter (Constantini & Melitz, 2008). Ces travaux présentent des résultats différents en fonction des méthodologies employées, des données et des variables retenues. Cependant, le point commun de ces travaux est de considérer les activités d'innovation comme un déterminant direct de la décision d'exportation : ils permettent de vérifier uniquement l'hypothèse d'auto-sélection des firmes innovantes à l'exportation. La productivité a un rôle secondaire et complémentaire telle qu'une variable de contrôle dans le processus d'auto-sélection. Elle est même parfois éliminée complètement dans l'estimation (Cassiman & Martinez-Ros, 2007).

Les études empiriques utilisent deux types de mesure de l'innovation : l'input d'innovation et l'output d'innovation. Celles qui utilisent l'input d'innovation, comme les dépenses de R&D, ne parviennent pas à trouver un lien significatif entre l'innovation et la probabilité qu'une firme exporte (Aw, Roberts, & Winston, 2007). L'utilisation des dépenses de R&D comme une mesure de l'innovation au niveau des firmes a des inconvénients : tous les efforts d'innovation n'aboutissent pas à l'introduction d'innovations. Par ailleurs, il existe un décalage temporel entre l'investissement des entreprises en R&D et la mise en place effective d'une innovation sur le marché. Des travaux plus récents (cf. ci-joint tableau 1) ont amélioré les estimations du lien entre l'innovation et la propension à l'exportation en s'appuyant sur des mesures de l'output d'innovation.

Ainsi, Cassiman & Martinez-Ros (2007), Caldera (2009), Van Beveren & Vandenbussche (2009) et Máñez-Castillejo, Rochina-Barrachina, & Sanchis-Llopis (2009) ont utilisé un modèle Probit⁵ afin d'expliquer la décision d'exporter par l'innovation et par la productivité de la manière suivante :

$$Pr(Export_{ist} = 1) = f(Innovation_{it-1}, Productivité_{it-1}, X_{it})$$

où i : indice firme

t : temps

X : variables de contrôle comme la taille, le secteur d'activité...

Pour surmonter le problème de l'endogénéité de l'innovation par l'exportation induite par l'effet d'apprentissage⁶, les différents auteurs procèdent de deux manières : soit ils comparent directement les non exportateurs et les « starters⁷ » en éliminant les firmes exportatrices de l'estimation (Van Beveren & Vandenbussche, 2009), soit ils utilisent un modèle dynamique où une variable exportation décalée est introduite comme variable explicative (Caldera, 2009). Par ailleurs, ils joignent à l'équation de base une équation pour expliquer l'innovation par des variables instrumentales telle que la R&D. Alors que Cassiman et Martinez-Ros (2009),

⁵ Ils ont à leur disposition des données de panel. Ainsi, pour contrôler l'hétérogénéité inobservable des firmes, ils ajoutent un effet aléatoire au modèle de base.

⁶ Les entreprises exportatrices sont en interaction avec des entreprises, des centres de recherche ou des marchés étrangers, elles peuvent donc profiter de connaissances qui ne sont pas disponibles pour les entreprises locales.

⁷ Les starters sont les entreprises qui commencent à exporter sur la période pour la première fois.

Tableau 1 : Etudes empiriques concernant le lien output d'innovation-productivité-exportation

Auteurs	échantillon	méthodologie	Modèle	Résultats principaux
Van Beveren & Vandebussche (2009)	Belgique, 2000 et 2004,	Starters vs. non exportateurs	- $Pr(Start_{it} = 1) = f[lnPTF_{it-4}, Inno_{it-4}, X_i]$ -MPL (Modèle de probabilité linéaire) -innovation endogénéisée	L'innovation (produit et procédé) et la productivité augmentent la probabilité de devenir exportateur
Cassiman & Martinez-Ros (2007)	Espagne, 1990-99, PME/GE ^a	Starters vs. non exportateurs	- $Pr(Start_{it} = 1) = f[Inno_{it-1}, X_i]$ -Probit - innovation endogénéisée	L'innovation (en particulier de produit) augmente la probabilité de devenir exportateur (résultats plus significatifs pour les PME).
Caldera (2009)	Espagne, 1990-2000	Exportateurs vs. non exportateurs	- $Pr(Export_{it} = 1) = f[lnPTF_{it-1}, Inno_{it-1}, Export_{it-1}, X_i]$ -Probit - innovation endogénéisée	L'innovation (produit et procédé) et la productivité augmentent la probabilité d'exporter
Máñez-Castillejo, Rochina-Barrachina, & Sanchis (2009)	Espagne, 1990-2000	Exportateurs vs. non exportateurs	- $Pr(Export_{it} = 1) = f[lnPT_{it-1}, Inno_{it-1}, Export_{it-1}, X_i]$ - Trivariate probit	aucune relation significative
Bellone, Guillou, & Nesta (2009)	France, 2005 et 2002-04, PME/GE	Exportateurs vs. non exportateurs	-tests non paramétriques Kolmogorov-Smirnov $lnPTF = \alpha + \beta Export_{it} + X_{it}$ pour différents sous-échantillons de firmes innovatrices.	PME : absence (existence) de la prime d'exportation pour les innovations de produit (de procédé)
Cassiman & Golovko (2007)	Espagne, 1990-98, PME	Exportateurs vs. non exportateurs	-tests non paramétriques Kolmogorov-Smirnov $lnPTF = \alpha + \beta Export_{it} + X_{it}$ pour différents sous-échantillon des firmes innovatrices.	PME : absence (existence) de la prime d'exportation pour les innovations de produit (de procédé)
Becker & Egger (2007)	Allemagne, 1994-2004	Exportateurs vs. non exportateurs	-techniques d'appariement	L'innovation de produit augmente la propension à exporter.
Damijan, Kostevc, & Polanec (2010)	Slovénie, 1996-2002	Starters vs. non exportateurs	-technique d'appariement	Aucune preuve de l'effet de l'innovation sur la propension de commencer à exporter.

a. GP : grandes entreprises (>250 effectifs)

Caldera (2009) et Máñez-Castillejo, *al.*(2009) utilisent le même ensemble de données, certaines différences entre eux, en termes de sélection de l'échantillon ou/et des variables, entraînent leur résultats mitigés (cf. ci-joint tableau 1).

Les différentes estimations révèlent un certain nombre de problèmes dus vraisemblablement :

- aux biais d'échantillonnage (par exemple la surestimation des grandes entreprises)
- à la corrélation entre les variables d'innovation (par exemple entre innovation de produit et innovation de procédé) et entre l'innovation et la productivité⁸.

Plus fondamentalement, le problème selon nous provient de la non prise en compte de l'endogénéité de la productivité par l'innovation qui est stipulée dans la théorie⁹.

Un certain nombre de travaux ont utilisé des tests non paramétriques, en particulier le test Kolmogorov-Smirnov, pour vérifier dans quelle mesure les activités d'innovation expliquaient directement la performance productive des firmes exportatrices par rapport à leurs homologues non exportatrices. Autrement dit, la « prime d'exportation » n'existe pas ou l'écart de productivité entre les firmes exportatrices et non exportatrices s'expliquent par leurs caractéristiques respectives en matière d'innovation. Ces travaux mesurent l'avantage de productivité des exportateurs par rapport aux non exportateurs parmi les différents sous-échantillons d'entreprises classées selon leurs activités d'innovation. Par exemple Cassiman & Golovko (2007) et Bellone, Guillou, & Nesta (2009) montrent que les PME exportateurs innovants en produit (en procédé) ne diffèrent pas (diffèrent) significativement au niveau de leur productivité des PME non exportateurs innovants (cf. ci-joint tableau 1).

Ces résultats confirmeraient les prévisions des travaux théoriques récents (Yeaple, 2005 ; Constantini & Melitz, 2008) selon lesquels une source importante de l'hétérogénéité des firmes au niveau de productivité réside dans leur différente stratégie d'innovation. Notre travail consiste à préciser la présence ou non de prime effective d'exportation sur la base d'un échantillon de PMI d'une part, et d'autre part à tester l'effet d'auto-sélection consciente c'est-à-dire la séquence complète innovation→productivité→exportation.

3. Données et variables

L'intérêt de l'analyse est de reposer sur des croisements entre des variables d'innovation, d'exportation et de productivité. La relation entre l'innovation et la productivité est classique même si difficile à mettre en évidence (Griliches, 2000) ; l'innovation se traduit en effet par la création d'une valeur nouvelle ou par la diminution de la destruction de valeur (diminution des coûts). L'exportation peut être reliée à l'innovation dans la mesure où elle se traduit par l'accès à de nouveaux clients et de nouveaux marchés (innovations de produit), également à de nouveaux circuits de distribution et de nouveaux modes de tarification (innovations de commercialisation) ; par ailleurs, les marchés à l'exportation sont considérés comme plus concurrentiels ce qui nécessite des innovations de procédé et d'organisation.

⁸ Ce problème est plus visible dans Máñez-Castillejo, Rochina-Barrachina, & Sanchis-Llopis (2009). Ils trouvent que la significativité du lien positif entre innovation de procédé et probabilité d'exporter disparaît en présence de la variable productivité.

⁹ Les techniques d'appariement permettent de prendre en compte plus directement l'endogénéité potentielle de la décision d'exportation par l'innovation. Les quelques travaux appliquant ces techniques (Becker & Egger, 2007 ; Damijan, Kostevc, & Polanec, 2010) n'ont pas abouti à des résultats probants compte tenu des biais d'échantillonnage.

Sources des données

Les données sont issues de deux sources. La première est l'enquête du projet IDEIS qui fournit des informations originales sur les activités d'innovation et les activités d'exportation des PMI de Basse-Normandie. L'enquête réalisée¹⁰ en 2009-2010 porte sur des données de la période 2006-2008 et concerne les entreprises ayant un effectif de 10 à 250 personnes, un code NAF de 10 à 33 et un siège social situé en Basse-Normandie. L'enquête¹¹ repose sur un échantillon représentatif (aléatoire et stratifié) des 803 PMI bas-normandes de 90 entreprises¹².

En ce qui concerne les données financières, nous utilisons la base de données Diane qui répertorie les comptes et les bilans des entreprises.

Définition et construction des variables (cf. annexe B)

Les variables d'innovation regroupent des variables de l'output d'innovation et de l'input d'innovation ; elles sont exclusivement issues des données de l'enquête du projet IDEIS. Elles s'appuient sur la typologie du manuel d'Oslo (2005). Ce sont des variables binaires (faire ou non).

Ainsi dans notre cas, une firme est innovatrice si au cours de la période 2006-2008, elle a mis en œuvre un produit (bien ou service) ou un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, ou une nouvelle méthode de commercialisation ou une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures. On distinguera l'innovation de produit, de procédé, de commercialisation et d'organisation ou encore l'innovation technologique et l'innovation non technologique.

Répertorier toute la palette des changements que les firmes doivent opérer pour améliorer leurs performances en particulier leur productivité exige un cadre plus large que celui servant à mesurer l'innovation technologique. En y intégrant l'innovation en matière de commercialisation et d'organisation, on obtient un cadre plus complet, mieux à même de rendre compte des changements qui influent sur les performances des firmes.

Des variables binaires de l'input d'innovation comme la R&D et le dépôt de brevet ou marque sont également utilisées.

En ce qui concerne les variables d'exportation (enquête IDEIS et base Diane), nous considérons comme exportateurs les entreprises qui déclarent un montant non nul d'exportations sur la période 2006-2008 (variable binaire). Nous caractérisons plus précisément les exportateurs en observant leur intensité d'exportation (définie par le pourcentage du chiffre d'affaires à l'exportation). Enfin parmi les non exportateurs, on distingue d'une part ceux qui anticipent d'exporter sur la période 2009-2012 et ceux qui ne projettent pas d'exporter sur cette période et d'autre part les firmes dont le marché est régional (ou local) de celles d'échelle nationale.

Nous mesurons la performance d'une firme à partir de sa productivité. Dans ce qui suit, nous privilégions l'indice de « Productivité Totale des Facteurs » (*PTF*) qui permet d'appréhender

¹⁰ L'enquête a été réalisée sous la forme d'entretiens en face à face avec le chef d'entreprise à partir d'un questionnaire (Gaussens, 2009).

¹¹ Pour plus d'information se référer au site du projet IDEIS : <http://projetideis.unicaen.fr>.

¹² L'échantillon utilisé ici est réduit à 86 entreprises, étant donné que 4 d'entre elles ne paraissent pas dans la base Diane. Se référer à l'annexe A pour la présentation de la population mère et de l'échantillon en fonction des 3 variables de stratification.

l'efficience productive des PMI. La variable PTF est calculée par la méthode non paramétrique d'indice Tornqvist (cf. annexe D) développée par Caves, Christensen, & Diewert (1982) et Good, Nadiri, & Sickles (1997). Cette mesure fournit un indice normé de la PTF : une PTF supérieure (inférieure) à 1 correspond à une entreprise dont la productivité est supérieure (inférieure) à la moyenne.

Des variables structurelles sont utilisées comme la taille (mesurée par le chiffre d'affaire) et le niveau technologique sectoriel¹³.

Le tableau (2) donne un premier aperçu synthétique des relations entre innovation, exportation et productivité à partir de notre échantillon de 86 entreprises représentatif des PMI de Basse-Normandie. Conformément à l'intuition, on observe un avantage de taille et de productivité des firmes exportatrices (innovatrices) par rapport à leurs homologues non exportatrices (non innovatrices). On remarque également que la quasi-totalité des firmes exportatrices innove.

Tableau 2 : Exportation, innovation et productivité

	non exportateur					exportateur			Total
	non innovateur	innovateur	ne souhaite pas exporter	souhaite exporter	total	non innovateur	innovateur	total	
Nbre firmes	14	49	47	16	63	2	21	23	86
PTF^a	0,88	1,01	0,94	1,13	0,98	1,04	1,23	1,21	1,04
PT^b	38,84	44,93	42,13	47,11	43,57	49,01	51,92	51,66	45,74
PK^c	1,36	2,42	1,83	3,25	2,19	1,20	3,31	3,13	2,44
CA^d	2809,64	3139,84	3198,53	2678,50	3066	4841,00	9076,48	8708	4575

a. Productivité totale des facteurs (moyenne sur 2006-2008). La mesure fournit un indice de la PTF : l'indice supérieur (inférieur) à 1 correspond à une entreprise dont la productivité est supérieure (inférieure) à la moyenne ;

b. Productivité du travail (moyenne sur 2006-2008) : rapport de la valeur ajoutée à l'effectif ;

c. Productivité du capital (moyenne sur 2006-2008) : rapport de la valeur ajoutée sur le capital fixe productif ;

d. Chiffre d'affaires (Keuros ; moyenne sur 2006-2008).

4. Estimation des primes d'exportation et d'innovation

On considère, en s'appuyant sur la nouvelle théorie du commerce international, que les firmes sont hétérogènes. Par l'hétérogénéité des firmes on entend les différences de performance notamment en matière de productivité. La différence de productivité entre les firmes s'explique traditionnellement par le niveau technologique sectoriel ou par la taille. En effet on s'attend à ce que les firmes qui appartiennent à un secteur dont le niveau technologique est élevé, soient plus productives grâce aux externalités ; par ailleurs, il est couramment observé que la productivité est en moyenne plus élevée dans les grandes entreprises (OCDE, 2008). La théorie du commerce international met l'accent sur les activités d'exportation et plus récemment sur les activités d'innovation comme variables explicatives de l'hétérogénéité productive entre les firmes. En effet, les entreprises exportatrices et innovatrices sont supposées en moyenne plus productives quelque soit leur secteur activité et leur taille. Cet écart de productivité entre les firmes exportatrices (innovatrices) et non exportatrices (non innovatrices) est défini dans la littérature par la « prime d'exportation » (« prime

¹³ Selon la classification des secteurs (OCDE, 1997) en quatre catégories : basse technologique (LT), basse-moyenne technologie (MLT), moyenne-haute technologie (MHT) et haute technologie (HT).

d'innovation »). Nous qualifierons ces primes d'« apparentes » dans le sens où la contribution individuelle de l'exportation ou de l'innovation n'est pas explicitée dans la prime. Ces « primes apparentes » sont repérables dans le tableau 2 ci-dessus. Elles s'expliquent par deux effets cumulés : un effet d'auto-sélection qui prend en compte l'avantage productif *ex ante* nécessaire pour couvrir les coûts d'exportation ou d'innovation et un effet d'apprentissage qui rend compte de l'effet en retour de l'exportation ou de l'innovation sur la productivité.

Pour tester statistiquement la significativité des écarts de productivité (ou des « primes apparentes ») entre les différents groupes de firmes (exportatrices/non exportatrices, innovatrices/non innovatrices), nous utilisons un test non paramétrique de Mann-Whitney-Wilcoxon (tableau 3 ci-joint)¹⁴.

Tableau 3 : Comparaison des niveaux de productivité entre groupes d'entreprises

Groupe A	N _A	Groupe B	N _B	$\mu_A - \mu_B^a$	Test paramétrique $\{H_0: \mu_A = \mu_B\}$		Test non paramétrique $\{H_0: F(A) = F(B)\}^b$			
					t-test	P-value	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	P-value*
Exportateurs	23	non exportateurs	63	0,22	2,825	0,006	440	2456	-2,776	0,005
souhaite exporter	16	ne souhaite pas exporter	47	0,18	2,098	0,040	214,5	1342	-2,551	0,011
Innovateurs	70	non innovateurs	16	0,18	1,919	0,058	382	518	-1,976	0,048
innovateurs en produit	32	non innovateurs	16	0,21	1,784	0,081	181	317	-1,641	0,101
innovateurs en procédé	46	non innovateurs	16	0,22	2,196	0,032	223	359	-2,333	0,020
innovateurs en commercialisation	24	non innovateurs	16	0,12	1,376	0,177	138,5	274,5	-1,478	0,139
Innovateurs en organisation	47	non innovateurs	16	0,16	1,813	0,075	265,5	401,5	-1,745	0,081

Notes : Les quatre premières colonnes du tableau identifient les groupes A et B d'entreprises (avec leur effectif N) qui sont comparés.

a. μ_A et μ_B : productivité moyenne des groupes A et B ; b. F(A) et F(B) : distribution de productivité des groupes A et B.

*si p-value est inférieur à 5% (10%), nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 avec un risque de 5% (10%).

Ces tests rejettent l'hypothèse d'égalité entre les productivités moyennes (ou des distributions) des différents groupes : les firmes exportatrices (celles qui souhaitent exporter) ont en moyenne et en distribution une productivité supérieure aux firmes non exportatrices (celles qui ne souhaitent pas exporter). Globalement les firmes innovatrices sont significativement plus productives en moyenne ; ceci est particulièrement vrai pour les innovateurs en procédé, confirmant que les entreprises investissent dans les innovations de procédé pour augmenter directement la productivité de leurs facteurs.

Pour tester plus formellement les prédictions théoriques concernant les primes, nous utilisons l'approche empirique pionnière utilisée par Bernard et Jensen (1999) concernant la prime d'exportation. Nous estimons la prime d'exportation (d'innovation) dans le cadre d'un modèle où les variables de taille et de niveau technologique sectoriel sont utilisées comme variables de contrôle¹⁵ :

$$\ln Y_t = \alpha + \beta X_t + \gamma \ln CA_t + \delta NTS_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

¹⁴ La méthodologie de test est reportée dans l'annexe E. Ainsi, les graphiques de l'annexe C illustrent ces différences par leur fonction de distribution commutative.

¹⁵ L'équation 2 est un modèle de régression d'« analyse de la covariance » (ANCOVA).

où Y_i est la productivité de la firme i en moyenne sur la période 2006-2008 (PT pour la productivité apparente du travail, PK pour la productivité apparente du capital et TFP pour la productivité totale des facteurs). X_i représente les variables d'exportation ou d'innovation (sur la période 2006-2008). Par conséquent, le coefficient β estime la prime d'exportation (d'innovation). CA_i mesure la taille à partir du chiffre d'affaire sur la période 2006-2008. NTS_i définit la classe de secteur technologique à laquelle la firme appartient.

Conformément aux études antérieures, les résultats du tableau 4 montrent que les PMI exportatrices sont significativement plus productives que les PMI non exportatrices. Les exportateurs sont en moyenne 26% (pour la productivité totale), 24% (pour la productivité du travail) et 38% (pour la productivité du capital) plus productives que les firmes servant uniquement le marché interne. Les primes d'exportation estimées ici sont plus fortes que les celles obtenues par Crozet, Méjean, & Zignago (2011) et Bellone, Musso, Nesta, & Quéré (2006) sur données françaises. Cette différence est essentiellement due au fait que leurs échantillons sont biaisés en faveur des grandes entreprises (firmes de moins 20 salariés exclues et 80% des firmes exportent) ; en effet en ce qui concerne l'effet d'auto-sélection, les coûts d'exportation sont relativement plus élevés pour les PME dans la mesure où une partie de ces coûts sont fixes. Parallèlement une intensité d'exportation importante (à partir de 10%) augmente la prime de 43% en moyenne traduisant la présence à la fois d'un effet d'apprentissage et de coûts variables à l'exportation.

Tableau 4: Estimation de la prime d'exportation

Variable dépendante	α	β	γ	δ (MBT)	δ (MHT)	R^2 (R^2 ajusté)	
$\ln PTF^a$	-0,932*** (0,254)	0,261** (0,110)	0,092*** (0,033)	0,238*** (0,079)	0,381*** (0,085)	0,361 (0,313)	
$\ln PT^b$	-2,817*** (0,293)	0,237* (0,127)	0,103*** (0,038)	0,233*** (0,091)	0,180* (0,098)	0,209 (0,149)	
$\ln PK^c$	-0,355 (0,689)	0,385* (0,205)	0,046 (0,089)	0,,316* (0,183)	0,969*** (0,205)	0,271 (0,235)	
<div><i>Intensité d'exportation</i></div> <div><div>>10%</div><div><10%</div></div>							
$\ln PTF^a$	-1,047*** (0,264)	0,435*** (0,141)	0,059 (0,141)	0,107*** (0,034)	0,241*** (0,078)	0,376*** (0,084)	0,393 (0,321)

Erreurs standards entre parenthèses ;

a. Productivité totale des facteurs ; b. Productivité du travail ; c. Productivité du capital

* signification au seuil de 10% ; ** signification seuil de 5% ; *** signification au seuil de 1%.

L'estimation de la prime d'innovation se réalise à partir de l'équation 2 dans le cas on considère la variable binaire d'innovation (1^{ère} ligne du tableau 5). Dans le cas où on utilise les différents types d'innovation on partitionne l'ensemble des firmes en trois catégories : la catégorie qui observe le type d'innovation dont on estime la prime, celle des autres innovateurs et la catégorie des non innovateurs.

Dans ce dernier cas on utilise l'équation suivante :

$$\ln Y_t = \alpha + \beta X_t + \beta' X'_t + \gamma \ln CA_t + \delta NTS_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

où β est la prime d'innovation pour chaque type d'innovation et où X'_t est la variable binaire correspondant à « autres innovations ».

Les résultats des estimations des primes d'innovation (tableau 5) montrent l'existence d'une prime quelle que soit la variable de l'output d'innovation utilisée. On remarque particulièrement que les innovateurs technologiques (produit ou procédé) ont en moyenne une productivité totale respectivement 20% et 18% supérieure à la productivité des non-innovateurs toutes choses égales par ailleurs. Ces résultats montrent que les effets d'auto-sélection et d'apprentissage sont vraisemblablement à l'œuvre conformément à ce qui est attendu plus particulièrement pour les innovations technologiques. Par contre, il est intéressant de noter l'absence de prime d'innovation associée aux variables d'input de l'innovation (R&D et dépôt de brevet ; tableau 5 ci-dessous) ce qui est conforme aux travaux sur ce sujet (cf. ci-dessus, section 2).

Notons enfin que comme attendu, la taille et le niveau technologique sectoriel influent positivement et significativement sur la productivité des firmes.

Tableau 5 : Estimation de la prime d'innovation

variable dépendante : LnPTF

variable innovation	α	β	β'	γ	δ (MBT)	δ (MHT)	R^2 (R^2 ajusté)
innovation	-1,099*** (0,227)	0,170** (0,074)		0,102*** (0,028)	0,208*** (0,066)	0,323*** (0,073)	0,357 (0,357)
innovation de produit	-1,094*** (0,229)	0,183** (0,083)	0,160** (0,80)	0,101*** (0,029)	0,209*** (0,067)	0,325*** (0,074)	0,385 (0,318)
Innovation de procédé	-1,088*** (0,225)	0,203*** (0,077)	0,102 (0,086)	0,101*** (0,028)	0,197*** (0,066)	0,326*** (0,073)	0,375 (0,336)
innovation de commercialisation	-1,101*** (0,229)	0,161* (0,088)	0,175** (0,078)	0,102*** (0,029)	0,206*** (0,067)	0,319*** (0,076)	0,357 (0,317)
innovation d'organisation	-1,111*** (0,229)	0,158** (0,078)	0,194** (0,087)	0,103*** (0,029)	0,206*** (0,067)	0,318*** (0,074)	0,359 (0,319)
R&D	-1,011*** (0,232)	0,012 (0,063)	-----	0,109*** (0,030)	0,184*** (0,068)	0,321*** (0,078)	0,316 (0,282)
dépôt de brevet ou/et marque	-1,055*** (0,236)	0,203 (0,071)	-----	0,117*** (0,030)	0,182*** (0,067)	0,316*** (0,076)	0,320 (0,287)

Erreurs standards entre parenthèses ;

* signification au seuil de 10% ; ** signification seuil de 5% ; *** signification au seuil de 1%.

La question que l'on se pose maintenant est de savoir si la prime d'exportation est effective ; des travaux précédents (cf. ci-dessus, section 2) ont en effet montré que la prime d'exportation était associée au caractère innovant de la firme. Pour préciser ce point, nous estimons la prime d'exportation à partir de l'équation 2 sur la population des entreprises innovantes (tableau 6). Les résultats montrent que la prime d'exportation dépend du caractère innovant des entreprises (β non significativement différent de zéro) conformément aux travaux précédents. Ce résultat est néanmoins à relativiser puisque si l'on utilise la variable d'intensité d'exportation (>10% contre non exportation), on obtient exclusivement pour les innovateurs en procédé et en organisation une prime significative (tableau 7). Ce dernier résultat peut être interprété plutôt comme l'effet d'apprentissage d'une présence conséquente sur des marchés extérieurs plus concurrentiels nécessitant une recherche de compétitivité par les coûts obtenue directement grâce à des innovations de procédé ou d'organisation *plus efficaces* que celles entreprises dans des firmes non-exportatrices. Cette plus grande

efficience peut s'expliquer par l'accès à des connaissances ou des technologies présentes à l'étranger et non disponibles pour des entreprises ne faisant pas d'opérations sur les marchés extérieurs.

Finalement, ces résultats impliquent que l'avantage productif des firmes exportatrices est expliqué en grande partie par leurs activités d'innovation en conformité avec l'hypothèse d'auto-sélection consciente (Constantini & Melitz, 2008) selon lesquelles les firmes plus productives se sélectionnent pour exporter ; leur avantage productif a son origine dans les activités d'innovation. La prochaine étape de ce travail est de tester le mécanisme d'auto-sélection consciente.

Tableau 6 : Estimation de la prime effective d'exportation

Variable dépendante : LnPTF

	α	β	γ	δ (MBT)	δ (MHT)	R^2 (R^2 ajusté)
innovation de produit	-0,529* (0,435)	0,109 (0,146)	0,048 (0,058)	0,203 (0,126)	0,421*** (0,138)	0,354 (0,258)
innovation de procédé	-0,700** (0,340)	0,101 (0,103)	0,077* (0,45)	0,133 (0,087)	0,360*** (0,104)	0,374 (0,284)
innovation de commercialisation	-0,883** (0,396)	0,159 (0,126)	0,089* (0,051)	0,183* (0,107)	0,396** (0,154)	0,462 (0,349)
Innovation d'organisation	-0,813** (0,317)	0,094 (0,098)	0,085** (0,041)	0,140 (0,090)	,363*** (0,100)	0,357 (0,296)

Erreurs standards entre parenthèses ;

* signification au seuil de 10% ; ** signification seuil de 5% ; *** signification au seuil de 1%.

Tableau 7: Estimation de la prime effective d'exportation selon l'intensité d'exportation (>10%)

variable dépendante : LnPTF

variable innovation	α	β (>10%)	β' (<10%)	γ	δ (MBT)	δ (MHT)	R^2 (R^2 ajusté)
innovation de produit	-0,719 (0,482)	0,378 (0,239)	0,166 (0,249)	0,066 (0,064)	0,298* (0,157)	0,552*** (0,180)	0,423 (0,222)
Innovation de procédé	-1,040*** (0,339)	0,263* (0,150)	-0,271 (0,168)	0,124*** (0,044)	0,153 (0,101)	0,264** (0,103)	0,512 (0,402)
innovation de commercialisation	-1,002* (0,584)	0,206 (0,195)	0,067 (0,226)	0,105 (0,075)	0,167 (0,139)	0,382 (0,169)	0,473 (0,243)
innovation d'organisation	-1,079*** (0,316)	0,381** (0,153)	0,99 (0,162)	0,114*** (0,040)	0,210** (0,104)	0,459*** (0,101)	0,486 (0,376)

Erreurs standards entre parenthèses ;

* signification au seuil de 10% ; ** signification seuil de 5% ; *** signification au seuil de 1%.

β : estimation de la prime d'innovation suivant la variable d'innovation ; β' correspond aux autres types d'innovation.

5. Estimation de l'effet d'auto-sélection consciente

La question est de savoir si des firmes non exportatrices et ayant décidé d'exporter (souhaitant exporter¹⁶ dans les 3 prochaines années) ont une productivité supérieure générée par leurs activités d'innovation antérieures. Plus vraisemblablement, l'entreprise anticipant d'exporter, investit dans l'innovation et *réussissant ses projets d'innovation c'est-à-dire obtenant une*

¹⁶ cf. tableau des variables

augmentation de sa productivité, peut décider l'exportation. Nous décomposons le mécanisme en deux : premièrement l'estimation de la productivité en fonction de l'innovation observée et secondement l'explication du souhait d'exporter par la productivité estimée. Le niveau de productivité endogénéisé est lui-même expliqué par l'innovation (Constantini & Melitz, 2008 ; Yeaple, 2005) ; les firmes anticipant d'exporter en t investissent dans l'innovation en $t-1$ ¹⁷ pour être plus productives en t afin de surmonter les coûts d'exportation.

Le modèle économétrique utilisé est un modèle d'équations simultanées. Il est appliqué sur la population des entreprises non-exportatrices pour exclure l'effet d'apprentissage concernant les exportateurs ; nous comparons les entreprises non exportatrices souhaitant exporter avec les entreprises non exportatrices ne souhaitant pas exporter. La première équation est un modèle « logit » où la probabilité qu'une firme souhaite exporter fonction de la productivité estimée nous permet de vérifier l'hypothèse d'auto-sélection selon laquelle ce sont les firmes plus productives *ex ante* qui décident d'exporter. La seconde équation est un modèle de régression linéaire d'« analyse de la covariance (ANCOVA)¹⁸ » où la productivité est fonction d'une variable d'innovation décalée et des variables de contrôle. Cette équation permet de tester l'hypothèse d'auto-sélection consciente en endogénéisant la productivité.

Le modèle est le suivant :

$$\begin{cases} \Pr(\text{SouhExp}_{it} = 1) = f(\ln \widehat{PTF}_{it}, \ln CA_{it}, \text{Nat}_{it}) & (4a) \\ \ln PTF_{it} = \alpha + \beta \text{Inno}_{it-1} + \gamma \ln CA_{it} + \delta \text{NTS}_i + \varepsilon_{it} & (4b) \end{cases}$$

où

les variables PTF_{it} , Inno_{it} , CA_{it} , NTS_{it} sont les mêmes que dans les équations (2) et (3),

$$\text{SouhExp}_{it} = \begin{cases} 1 & \text{la firme } i \text{ souhaite exporter (dans les trois prochaines années),} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

\widehat{PTF}_{it} : la productivité totale estimée,

$$\text{Nat}_{it} = \begin{cases} 1 & \text{si le marché de la firme } i \text{ est national} \\ 0 & \text{si le marché de la firme } i \text{ est régional} \end{cases}$$

Les estimations (tableau 8) montrent que l'effet d'« auto-sélection consciente » est bien à l'œuvre : les PMI investissent *ex ante* dans l'innovation pour améliorer leur productivité en vue d'exporter *ex post*. Cet investissement concerne principalement les innovations technologiques confirmant les résultats obtenus sur l'ensemble des entreprises concernant la relation entre l'innovation et la productivité (cf. ci-dessus section 3).

Par ailleurs, il est intéressant de noter que ce sont les plus petites entreprises en moyenne qui souhaitent exporter ; ces entreprises chercheraient à croître grâce aux marchés extérieurs. Enfin le fait qu'une entreprise soit présente sur le marché national (non limitée au marché régional ou local) augmente de 60% en moyenne la probabilité de souhaiter exporter. Le passage à l'exportation s'appuie sur l'apprentissage d'un élargissement progressif des marchés locaux vers le marché national.

¹⁷ $t-1$ signifie ici la période 2006-2008 et t la fin de l'année 2008.

¹⁸ La régression contient un mélange de variables qualitatives et quantitatives.

Tableau 8 : Effet d'auto-sélection consciente, Equations 2a et 2b

	Equation 2a variable dépendante : $SouhExp_{it}$			Equation 2b Variable dépendante : $LnPTF$						Qualité d'ajustement	
Variable innovation	$\ln \widehat{PTF}_{it}$	$LnCA_{it}$	Nat_{it}	α	β	β'	γ	δ (MBT)	δ (MHT)	Equation 2a ^a	Equation 2b $R^2(R^2 \text{ ajusté})$
Innovation	0,498*** (0,213)	-0,483** (0,231)	0,465** (0,132)	-,985*** (0,261)	0,126* (0,072)	-----	0,085*** (0,033)	0,267*** (0,071)	0,392*** (0,076)	(82,54%) [0,755]	0,422 (0,382)
Innovation de produit	0,524*** (0,213)	-0,496** (0,232)	0,468** (0,226)	-1,017*** (0,263)	0,165** (0,082)	0,096 (0,078)	0,089*** (0,033)	0,268*** (0,071)	0,398*** (0,076)	(77,78%) [0,759]	0,432 (0,382)
Innovation de procédé	0,523*** (0,213)	-0,484** (0,228)	0,435** (0,225)	-0,988*** (0,260)	0,157** (0,076)	0,065 (0,086)	0,087** (0,033)	0,259*** (0,070)	0,379*** (0,076)	(82,54%) [0,766]	0,438 (0,389)
Innovation de Commercialisation	0,501*** (0,213)	-0,482** (0,230)	0,465** (0,226)	-0,992*** (0,263)	0,104 (0,086)	0,138* (0,077)	0,086** (0,033)	0,267*** (0,071)	0,388*** (0,076)	(82,54%) [0,757]	0,424 (0,374)
Innovation d'Organisation	0,445** (0,203)	-0,460** (0,227)	0,471** (0,226)	-0,971*** (0,267)	0,135* (0,077)	0,109 (0,089)	0,083** (0,034)	0,268*** (0,071)	0,392*** (0,076)	(80,95%) [0,747]	0,423 (0,372)

a. les deux valeurs indiquent respectivement, le taux de biens classés (entre parenthèses) et aire sous la courbe ROC [entre crochets].

* signification au seuil de 10% ; ** signification seuil de 5% ; *** signification au seuil de 1%.

Erreurs standards entre parenthèses ;

6. Conclusion

Ce papier contribue à l'examen de la relation entre innovation, productivité et exportation pour tester l'hypothèse d'effet d'auto-sélection des firmes les plus productives à l'exportation.

Ce travail effectué sur des données originales concernant les PMI de Basse-Normandie (France) a permis d'éclaircir ou de préciser deux points importants concernant la relation entre innovation, productivité et exportation :

-il existe bien une prime effective à l'exportation (c'est à dire un avantage productif des firmes exportatrices qui dépend effectivement de l'exportation), concernant les firmes innovatrices en procédé (ce que confirment les travaux précédents) ; nous montrons en outre que la prime concerne également les firmes innovatrices en organisation. Nous précisons que ces résultats sont vérifiés pour des entreprises ayant un taux d'exportation suffisant (>10%). Nous interprétons ces résultats plutôt comme l'effet d'apprentissage d'une présence conséquente sur des marchés extérieurs plus concurrentiels nécessitant une recherche de compétitivité par les coûts obtenue directement grâce à des innovations de procédé ou d'organisation plus efficaces que celles entreprises dans des firmes non-exportatrices.

-il existe bien un effet d'auto-sélection des firmes plus productives sur les marchés extérieurs ; bien plus, nos résultats permettent de tester un effet d'auto-sélection consciente à partir de l'endogénéisation de la productivité par l'innovation. Nous établissons que la décision de l'entrée sur des marchés extérieurs par une firme dépend favorablement du niveau de productivité qui lui-même dépend des activités d'innovation antérieures. Les PMI investissent *ex ante* dans l'innovation pour améliorer leur productivité en vue d'exporter *ex post*.

Au-delà de ce que nous avons proposé, l'amélioration du modèle d'auto-sélection passe par l'endogénéisation de l'innovation par des variables de l'input d'innovation appropriées.

Par ailleurs, l'analyse complète de la relation entre innovation, productivité et exportation nécessite de mesurer l'effet d'apprentissage de l'exportation sur la productivité à travers les activités d'innovation pour boucler le cercle vertueux exportation-innovation-productivité-exportation.

Références

- Aw, B. Y., Roberts, M. J., & Winston, T. (2007). The complementary role of exports and R&D investments as sources of productivity growth. *The World Economy*, 30 (1), 83-104.
- Becker, S., & Egger, P. (2007). Endogenous Product versus Process Innovation and a Firm's Propensity to Export. *CESIFO Working Paper*.
- Bellone, F., Guillou, S., & Nesta, L. (2009, may). Is the Export Premium Robust to Innovation Statistics? *OFCE- Working Paper*.
- Bellone, F., Musso, P., Nesta, L., & Quéré, M. (2006, Juillet). Caractéristiques et performances des firmes exportatrices françaises. *Revue de l' OFCE*.
- Bernard, A. B., & Jensen, B. J. (1999). Exceptional exporter performance: cause, effect, or both? *Journal of International Economics*, 47, 1-25.
- Bernard, A., Eaton, J., Jensen, B., & Kortum, S. (2003). Plants and Productivity in International Trade. *American Economic Review*, 93 (4), 1268-1290.
- Bustos, P. (2007). Multilateral Trade Liberalization, Exports and Technology Upgrading: Evidence on the Impact of MERCOSUR on Argentinean Firms. *Universitat Pompeu Fabra mimeo*.
- Caldera, A. (2009). Innovation and exporting: Evidence from Spanish manufacturing firms. *ECARES Working Paper Series*, 14.
- Cassiman, B., & Golovko, E. (2007). Innovation and the export-productivity link. *IESE Business School*.
- Cassiman, B., & Martinez-Ros, E. (2007). Product Innovation and Exports. Evidence from Spanish Manufacturing. *IESE Business School*.
- Cassiman, B., Golovko, E., & Martínez-Ros, E. (2010). Innovation, exports and productivity. *International Journal of Industrial Organization*, 28 (4), 372-376.
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers. *The Economic Journal*, 92, 73-86.
- Constantini, J., & Melitz, M. (2008). The Dynamics of Firm-Level Adjustment to Trade Liberalization. In E. Helpman, D. Marin, & T. Verdier, *The Organization of Firms in a Global Economy*. Harvard University Press.
- Crozet, M., Méjean, I., & Zignago, S. (2011). Plus grandes, plus loin... Performances relatives des firmes exportatrices françaises. *Revue Economique*, 62 (4), 717-736.
- Damijan, J. P., Kostevc, C., & Polanec, S. (2010). From innovation to exporting or vice versa? *The World Economy*, 33 (3), 374-398.
- Delgado, M. A., Farinas, J. C., & Ruano, S. (2002). Firm Productivity and Export Markets: A non-parametric Approach. *Journal of International Economics*, 57 (2), 397-422.
- Fougère, D. (2010). Les méthodes économétriques d'évaluation. *RFAS*, 1-2, 105-128.
- Gaussens, Olivier (sous la direction scientifique). (2009). *Les capacités d'innovation des PME-Questionnaire*. Caen: Olivier Gaussens, Patrick Houzet.
- Girma, S., Görg, H., & Hanley, A. (2008). R&D and exporting: a comparison of British and Irish firms. *Review of World Economics*, 144 (4), 750-773.

- Good, D. H., Nadiri, M. I., & Sickles, R. (1997). Index Number and Factor Demand Approaches to the Estimation of Productivity. In M. Pesaran, & P. Schmidt, *Handbook of Applied Econometrics: Micro-econometrics*. Oxford: Blackwell.
- Greenaway, D., & Kneller, R. (2007). Firm heterogeneity, exporting and foreign direct investment. *Economic Journal* , 117, 134-161.
- Griliches, Z. (1998). *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*. Chicago: University of Chicago Press .
- Hatzichronoglou, T. (1997). Revision of the high technology sector and product classification. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers* , 2.
- Hopenhayn, H. (1992). Entry, Exit, and Firm Dynamics in Long Run Equilibrium. *Econometrica* , 60 (5), 1127-1150.
- Jovanovic, B. (1982). Selection and the Evolution of Industry. *Econometrica* , 50 (3), 649-670.
- Máñez-Castillejo, J. A., Rochina-Barrachina, M. E., & Sanchis-Llopis, J. A. (2009). Self-selection into Exports: Productivity and/or Innovation? *Applied Economics Quarterly (formerly: Konjunkturpolitik)* , 55 (3), 219-242.
- Mann, H., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Ann. Math. Stat.* , 18, 50-60.
- Melitz, M. (2003). The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. *Econometrica* , 71, 1695-1725.
- Moen, O. (1999). The Relationship Between Firm Size, Competitive Advantages and Export Performance Revisited. *International Small Business Journal* , 18 (1), 53-73.
- OECD. (2005). *Oslo Manual: guidelines for collecting and interpreting innovation* (Third ed.). OECD and Eurostat.
- OFCE. (2010). *L'industrie manufacturière française*. Paris: La Decouverte.
- Sprent, P. (2001). *Applied Nonparametric Statistical Methods*. London: Chapman & Hall.
- The Gallup Organisation, E. C. (2007). *SME Observatory Survey*. European Commission.
- USA Trade Promotion Coordinating Committee (TPCC). (2008). *2008 National Export Strategy*. The New Global Main Street.
- Van Beveren, I. V., & Vandenbussche, H. (2009). Product and process innovation and the decision to export: firm-level evidence for Belgium. *CORE Discussion Paper* , 86.
- Wagner, J. (2007). Exports and Productivity: A Survey of the Evidence from Firm-level Data. *World Economy* , 30 (1), 60-82.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics* , 1, 80-83.
- Yeaple, S. R. (2005). A simple model of firm heterogeneity, international trade, and wages. *Journal of International Economics* , 65, 1-20.

Annexes

Annexe A : Echantillon de l'enquête IDEIS (répartition des entreprises suivant les trois variables de stratification)

Zone d'emploi

	Population de 803 entreprises INSEE		Echantillon de 90	
	Nombre	%	Nombre	%
Caen-Bayeux	222	28%	28	31%
Lisieux	90	11%	5	6%
Vire-Flers	125	16%	14	16%
Cherbourg	75	9%	7	8%
St-Lô-Coutances	96	12%	16	18%
Avranches-Granville	76	9%	8	9%
Alençon-Argentan	62	8%	8	9%
Mortagne-L'Aigle	57	7%	4	4%
Total	803	100%	90	100%

Effectif

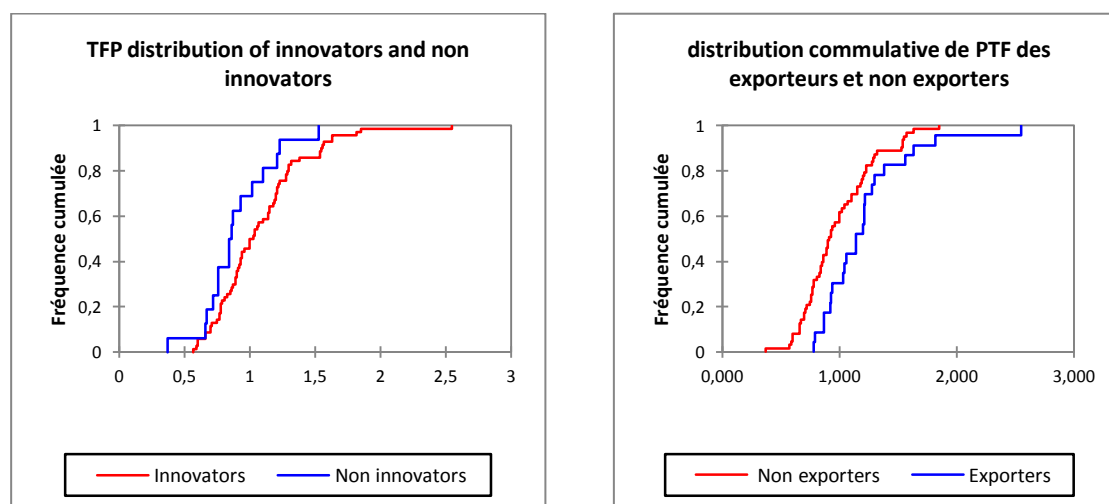
	Population de 803 entreprises INSEE		Echantillon de 90	
	Nombre	%	Nombre	%
10-19	347	43%	39	43%
20-49	287	36%	36	40%
50-249	169	21%	15	17%
Total	803	100%	90	100%

(Code NAF)		Population de 803 entreprises INSEE		Echantillon de 90	
Code	Libellé	Nombre	%	Nombre	%
10	Industries alimentaires	147	18%	16	18%
11	Fabrication de boissons	8	1%	0	0%
12	Fabrication de produits à base de tabac	0	0%	0	0%
13	Fabrication de textiles	18	2%	3	3%
14	Industrie de l'habillement	22	3%	2	2%
15	Industrie du cuir et de la chaussure	5	1%	0	0%
16	Travail du bois et fabrication d'articles en bois et en liège	47	6%	8	9%
17	Industrie du papier et du carton	9	1%	1	1%
18	Imprimerie et reproduction d'enregistrements	51	6%	6	7%
19	Cokéfaction et raffinage	1	0%	0	0%
20	Industrie chimique	17	2%	1	1%
21	Industrie pharmaceutique	2	0%	0	0%
22	Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique	40	5%	4	4%
23	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	24	3%	2	2%
24	Métallurgie	5	1%	0	0%
25	Fabrication de produits métalliques	174	22%	24	27%
26	Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	23	3%	0	0%
27	Fabrication d'équipements électriques	12	1%	0	0%
28	Fabrication de machines et équipements n.c.a.	48	6%	6	7%
29	Industrie automobile	22	3%	1	1%
30	Fabrication d'autres matériels de transport	6	1%	0	0%
31	Fabrication de meubles	18	2%	2	2%
32	Autres industries manufacturières	23	3%	2	2%
33	Réparation et installation de machines et d'équipements	81	10%	12	13%
Total		803	100%	90	100%

Annexe B : : Définitions des variables

Variable	Description
PT	la productivité apparente du travail est évaluée en rapportant la valeur ajoutée à l'effectif (moyenne 2006-08)
PK	la productivité apparente du capital est évaluée en rapportant la valeur ajoutée au capital fixe productif (moyenne 2006-08).
PTF	la productivité totale des facteurs est évaluée en rapportant la valeur ajoutée au capital fixe productif et à l'effectif (les calculs sont détaillés dans l'annexe D).
Variables d'output d'innovation	variables binaires égales à 1 si la firme innove dans un ou plusieurs des domaines suivants: produit, procédé, commercialisation et organisation (sur la période 2006-2008).
CA	Chiffre d'affaire moyen sur la période 2006-2008.
NTS	Niveau technologique sectoriel.
Nat	Variable binaire égale à 1 si le marché de la firme est national, 0 si le marché de la firme est régional (2006-2008).
Souhexp	Variable binaire égale à 1 si la firme (non exportatrice) souhaite exporter dans les trois prochaines années, sinon 0.
Export	Variable binaire égale à 1 si la firme export, sinon 0.

Annexe C : Comparaison des Fonctions de distribution cumulative



* Le groupe dont la distribution cumulative (ou fonction de répartition) des productivités correspond à la courbe inférieure domine stochastiquement le second. Les graphiques ci-dessus montrent que la distribution cumulative des exportateurs (innovateurs) se situe toujours au dessous de celle des non exportateurs (non innovateur), ce qui indique que la productivité est nettement plus importante pour les exportateurs (innovateurs) que pour les non exportateurs (non innovateurs).

Annexe D : Mesure de la productivité totale des facteurs

Dans ce qui suit, nous utilisons comme variable de performance la PTF de manière à appréhender l'efficacité productive des PME manufacturières. La variable PTF est calculée par la méthode non paramétrique d'indice Tornqvist développée par (Caves, Christensen, & Diewert, 1982) (Good, Nadiri, & Sickles, 1997). Ses avantages résident dans le calcul direct (aucune estimation exigée), la capacité de traiter de multiples outputs et plusieurs inputs, et la technologie de production flexible et hétérogène qu'elle permet. Ces mesures sont calculées pour chaque firme prise individuellement comme suit :

$$\ln PTF_{it} = \ln Y_{it} - \overline{\ln Y_t} - \sum_{j=1}^n \frac{1}{2} (S_{ijt} + \overline{S_{jt}}) (\ln X_{ijt} - \overline{\ln X_{jt}})$$

Où Y_{it} désigne la valeur ajoutée de la firme i au moment t , réalisé en utilisant les *inputs* X_{ijt} . L'indice j représente les deux inputs utilisés, c'est-à-dire l'effectif moyen annuel et le capital fixe productif. S_{ijt} est la part des coûts d'utilisation de l'input X_{ijt} dans les coûts totaux de la firme. Celle-ci est calculée en partageant la valeur produite (la valeur ajoutée) entre le travail et le capital à partir de ce raisonnement qu'il existe une relation forte entre la contribution d'un facteur à la production et sa rémunération. Les travailleurs reçoivent donc une rémunération correspondante à leur contribution, et l'entreprise conserve le reste comme rémunération de la contribution du capital. $\overline{\ln X_{jt}}$ et $\overline{\ln Y_t}$ indiquent le logarithme naturel de la moyenne géométrique d'input j et output, respectivement, pour toutes les firmes au moment t . Les variables $\overline{S_{jt}}$ correspondent aux moyennes arithmétiques de la part de l'input j au moment t . $\overline{\ln X_{jt}}$, $\overline{\ln Y_t}$ et $\overline{S_{jt}}$ déterminent ainsi les valeurs de la firme hypothétique (représentative) de l'économie utilisées comme point de référence pour l'ensemble des firmes.

Annexe E : Méthode de comparaison des sous-échantillons

Les tests non paramétriques contrairement aux tests paramétriques ne font pas d'hypothèses contraignantes sur les distributions d'échantillon, sont adaptés aux variables ordinales, sont robuste par rapport aux points aberrants et sont adaptés aux petits échantillons.

Le test non paramétrique de Mann-Whitney-Wilcoxon (MWW) est le plus populaire des tests pour deux échantillons indépendants. Il recouvre en réalité 2 formulations, totalement équivalentes, du test de (Wilcoxon, 1945) d'une part, du test de (Mann & Whitney, 1947) d'autre part. Il sert à vérifier que si les observations de deux échantillons proviennent de la même population au regard de la variable d'intérêt ou, de manière équivalente, la distribution de la variable d'intérêt est la même dans les 2 échantillons.

Soit x_1, \dots, x_n un échantillon aléatoire de taille n qui correspond à un groupe de firmes issu d'une distribution F_1 , et soit x_{n+1}, \dots, x_{n+m} un échantillon aléatoire de taille m , indépendant du premier échantillon est issu d'une distribution F_2 (où X_i représente le niveau de productivité de la firme i). Le test d'hypothèse s'écrit de la manière suivante :

$$\text{Test bilatéral : } H_0: F_1(X) = F_2(X + \theta), \theta = 0 \text{ vs. } H_1: F_1(X) \neq F_2(X + \theta), \theta \neq 0$$

Les statistiques de MWW sont calculées en triant en ordre croissant la valeur x_i de l'ensemble des observations des deux échantillons ($K=1,2$) selon son rang r_i . Il leur est attribué un rang moyen en cas d'ex aequo. Si les échantillons proviennent tous les deux de la même population, nous nous attendons à un mélange équilibré d'observations de rangs faibles, moyens et forts dans chacun des échantillons. Sinon, nous pouvons raisonnablement nous attendre à ce que les rangs faibles dominent dans l'une des populations et les rangs forts dans l'autre (Sprent, 2001). Soit $S_k = \sum_{i=1}^{n_k} r_{ik}$ la somme des rangs des éléments de chacun des deux échantillons¹⁹. Par convention, la statistique de Wilcoxon (W) correspond à la plus petite quantité, $U = \min(U_k)$ où les quantités U_k sont calculées à partir de $U_k = S_k - \frac{n_k(n_k+1)}{2}$. De même, la statistique de Mann-Whitney (U) calcule le nombre de fois qu'un résultat du groupe 1 précède un résultat du groupe 2, ainsi que le nombre de fois qu'un résultat du groupe 2 précède un résultat du groupe 1. La statistique du U de Mann-Whitney est la plus petite de ces deux nombres. Lorsque les échantillons atteignent une taille suffisamment élevés (n_1 et $n_2 > 8$), la distribution de la statistique U converge vers la loi normale de moyenne $\mu = E(U)$ et de variance $\sigma^2 = V(U)$. Nous pouvons donc définir la statistique centrée réduite où $Z = (U - \mu)/\sigma$ est asymptotiquement normal avec moyenne 0 et variance 1.

¹⁹ De manière pragmatique, cette transformation introduit 2 conséquences importantes : (a) la distribution des données (les rangs) devient nécessairement symétrique, quelle qu'ait été la distribution initiale des valeurs ; (b) le rôle des points atypiques est considérablement amoindri.